

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-039516

(43)Date of publication of application : 15.02.1994

(51)Int.Cl.

B22D 17/32

(21)Application number : 04-198026

(71)Applicant : TOSHIBA MACH CO LTD

(22)Date of filing : 24.07.1992

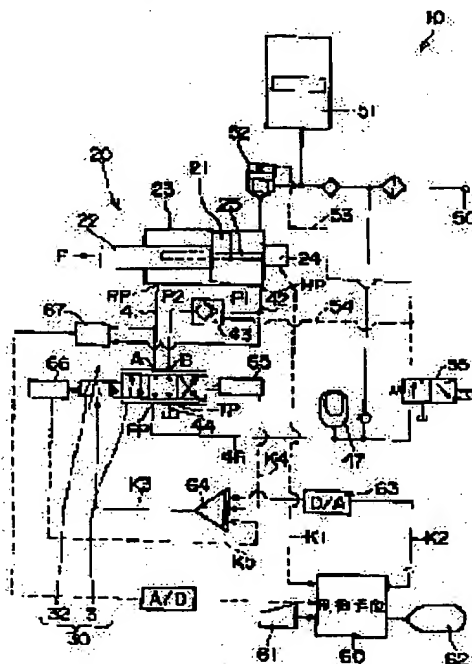
(72)Inventor : TAKEYAMA YUKINARI
IWAMOTO NORIHIRO
MATSUDA YASUSHI

(54) METHOD FOR CONTROLLING INJECTION OF DIE CASTING MACHINE AND DEVICE THEREFOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To execute the injection control in a die casting machine having simple hydraulic circuit and electric circuit and without influence to pressing force of molten metal by pressure variation, etc., of an accumulator.

CONSTITUTION: This device is a multistep device provided with a pilot servo valve 32 and main valve 31, further provided with a servo valve 30 in which a spool of the main valve 31 is four-way type guide valve, and by controlling the servo valve 30 with a control means 60, the injection control containing feedback control to the ultra low injection velocity and the low injection velocity as a matter of course, load compensation to the high injection velocity, the feedback control to the pressing force of molten metal, etc., is executed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 13.01.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3167183

[Date of registration] 09.03.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-39516

(43)公開日 平成6年(1994)2月15日

(51)Int.Cl.⁵

B 2 2 D 17/32

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

F 8926-4E

A 8926-4E

審査請求 未請求 請求項の数8(全17頁)

(21)出願番号 特願平4-198026

(22)出願日 平成4年(1992)7月24日

(71)出願人 000003458

東芝機械株式会社

東京都中央区銀座4丁目2番11号

(72)発明者 竹山 幸成

神奈川県座間市ひばりが丘4丁目5676番地

東芝機械株式会社相模事業所内

(72)発明者 岩本 典裕

神奈川県座間市ひばりが丘4丁目5676番地

東芝機械株式会社相模事業所内

(72)発明者 松田 泰

神奈川県座間市ひばりが丘4丁目5676番地

東芝機械株式会社相模事業所内

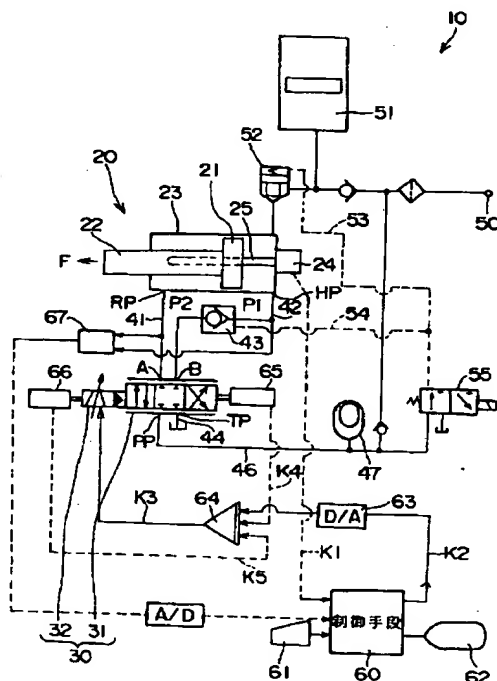
(74)代理人 弁理士 木下 実三 (外2名)

(54)【発明の名称】 ダイカストマシンの射出制御方法およびその装置

(57)【要約】

【目的】 油圧回路および電気回路が単純で、かつアクチュウムレータの圧力変化等に押湯力が影響されることのないダイカストマシンの射出制御方法およびその装置の提供。

【構成】 パイロットサーボ弁32とメイン弁31とを有する複数段であり、かつメイン弁31のスプールが四方案内弁であるサーボ弁30を設け、このサーボ弁30を制御手段60で制御することにより超低速射出速度、低速射出速度のフィードバック制御はもとより、高速射出速度の負荷補償と、押湯力のフィードバック制御等を含む射出制御を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 射出シリンダ装置のピストンロッドの前進速度を低速から高速へ移行させてダイカスト成形を行うダイカストマシンの射出制御方法であって、予め前記射出シリンダ装置と油圧源との間に設けられたサーボ弁に制御信号を送って当該サーボ弁を制御する制御手段を設けておき、成形に先立って、当該制御手段に始動開弁速度、低速射出速度、高速射出速度、ブレーキ開始ストローク、ブレーキ弁開度、ブレーキ時間、押湯昇圧時間、押湯力、保圧時間などの射出条件データを入力設定し、成形にあたっては、入力設定した前記始動開弁速度で前記サーボ弁を開いて射出を開始し、前記ピストンロッドの移動速度が前記低速射出速度に達した時点から、前記低速射出速度でのフィードバック制御を前記制御手段により行い、前記ピストンロッドの移動ストロークが所定の低速射出ストロークに達した時点で、前記高速射出速度に対応する弁開度に前記サーボ弁を最高開弁速度で開いて高速射出を開始し、前記ピストンロッドの移動ストロークが前記ブレーキ開始ストロークに達した時点で、前記ブレーキ弁開度に前記サーボ弁を最高開弁速度で閉じてブレーキをかけ、前記ブレーキ時間が経過した時点で、前記押湯昇圧時間に対応する開弁速度で前記サーボ弁を開いて前記ピストンロッドの押圧力の昇圧を開始し、前記ピストンロッドの押圧力が前記押湯力に達した時点からは、前記押湯力のフィードバック制御を前記制御手段により行って前記保圧時間が経過するまで前記押湯力を保持することを特徴とするダイカストマシンの射出制御方法。

【請求項 2】 請求項 1 に記載したダイカストマシンの射出制御方法において、予め前記射出条件データとして充填完了時点ストロークを入力設定しておき、前記ブレーキ開始ストロークは、当該充填完了時点ストロークとその実測値との差を比較し、その差が許容範囲を超える場合には、微小ストロークずつ加減算され、次ショット補正されることを特徴とするダイカストマシンの射出制御方法。

【請求項 3】 請求項 1 または請求項 2 に記載したダイカストマシンの射出制御方法において、予め入力設定される前記高速射出速度に対応する弁開度は、この高速射出時の実際のピストンロッドの押圧力および高速射出速度を検出し、これらの実測値に基づいて前記制御手段により負荷補償制御されることを特徴とするダイカストマシンの射出制御方法。

【請求項 4】 射出シリンダ装置のピストンロッドの前進速度を超低速とする超低速射出制御によるダイカストマシンの射出制御方法であって、予め前記射出シリンダ装置と油圧源との間に設けられた

サーボ弁に制御信号を送って当該サーボ弁を制御する制御手段を設けておき、成形に先立って、当該制御手段に始動開弁速度、低速射出速度、減速加速度、超低速射出速度、充填完了時点射出圧力、押湯昇圧時間、押湯力、保圧時間などの射出条件データを入力設定し、成形にあたっては、入力設定した前記始動開弁速度で前記サーボ弁を開いて射出を開始し、前記ピストンロッドの移動速度が前記低速射出速度に達した時点から、前記低速射出速度でのフィードバック制御を前記制御手段により行い、前記ピストンロッドの移動ストロークが所定の低速射出ストロークに達した時点で、前記減速加速度で減速加速度制御を行い、前記ピストンロッドの移動速度が前記超低速射出速度に達した時点から、前記超低速射出速度でのフィードバック制御を前記制御手段により行い、前記ピストンロッドの押圧力が前記充填完了時点射出圧力に達した時点で、前記押湯昇圧時間に対応する開弁速度で前記サーボ弁を開いて前記ピストンロッドの押圧力の昇圧を開始し、前記ピストンロッドの押圧力が前記押湯力に達した時点からは、前記押湯力のフィードバック制御を前記制御手段により行って前記保圧時間が経過するまで前記押湯力を保持することを特徴とするダイカストマシンの射出制御方法。

【請求項 5】 請求項 1 ないし請求項 4 のいずれかに記載したダイカストマシンの射出制御方法において、前記低速射出ストロークは、給湯重量 WS 、溶湯比重 γ 、射出スリーブ全長 L 、射出スリーブ内径 D 、ゲート部充填溶湯重量 WR 、補正值 C を予め前記制御手段に入力設定し、これらの数値に基いて前記制御手段で次の演算式 $SL = L \{ 1 - 4WS / (\pi D^2 L \gamma) \} / [\{ 8WS / (\pi D^2 L \gamma) \} + 1] + \{ 4WR / (\pi D^2 \gamma) \} - C$ を演算算出することにより設定されることを特徴とするダイカストマシンの射出制御方法。

【請求項 6】 射出シリンダ装置と油圧源との間に設けられ、パイロットサーボ弁とメイン弁とを有する複数段であり、かつ当該メイン弁のスプールが四方案内弁であるサーボ弁と、当該サーボ弁の二つの出力ポートと前記射出シリンダ装置のロッド側ポートおよびヘッド側ポートとを各々連通する二つの流路と、前記出力ポートと前記ヘッド側ポートとを連通する前記流路に設けられ、かつ前記ヘッド側ポートから前記出力ポートへの自由流れ方向を有するパイロット操作チェック弁と、前記サーボ弁の圧力ポートと前記油圧源とを連通するサーボ油圧源と、前記射出シリンダ装置のヘッド側ポートと前記油圧源に

設けられたアキュムレータとの間に設けられたパイロット操作開閉手段と、

前記パイロット操作開閉手段のパイロット油圧回路と前記パイロット操作チェック弁のパイロット油圧回路とを連通して操作する三方ソレノイド弁と、

前記射出シリンダ装置のピストンロッドの押圧力検出手段と、

予め入力設定された射出条件データに基づいて前記サーボ弁を制御する制御手段とを有することを特徴とするダイカストマシンの射出制御装置。

【請求項7】 射出シリンダ装置と油圧源との間に設けられ、パイロットサーボ弁とメイン弁とを有する複数段であり、かつ当該メイン弁のスプールが四方案内弁であるサーボ弁と、

当該サーボ弁の二つの出力ポートと前記射出シリンダ装置のロッド側ポートおよびヘッド側ポートとを各々連通する二つの流路と、

前記出力ポートと前記ヘッド側ポートとを連通する前記流路に設けられ、かつ前記ヘッド側ポートから前記出力ポートへの自由流れ方向を有するチェック弁と、

前記射出シリンダ装置のピストンロッドの押圧力検出手段と、

前記サーボ弁の圧力ポートと前記油圧源とを連通するサーボ油圧源と、

前記射出シリンダ装置のヘッド側ポートと前記油圧源に設けられたアキュムレータとの間に設けられたパイロット操作開閉手段と、

前記チェック弁が設けられた前記サーボ弁の出力ポートと連通した前記パイロット操作開閉手段のパイロット油圧回路と、

予め入力設定された射出条件データに基づいて前記サーボ弁を制御する制御手段とを有することを特徴とするダイカストマシンの射出制御装置。

【請求項8】 請求項6または請求項7に記載したダイカストマシンの射出制御装置において、前記押圧力検出手段は前記射出シリンダ装置のロッド側およびヘッド側にそれぞれ設けられた圧力検出器を互いに極性を反対にして直列に接続して形成され、前記押圧力検出手段の検出出力は、前記各圧力検出器の各検出出力を前記射出シリンダ装置のロッド側のピストン受圧面積とヘッド側のピストン受圧面積との比で補償し、補償後の各検出出力の差により得ることを特徴とするダイカストマシンの射出制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、ダイカストマシンの射出制御方法およびその装置に関し、サーボ弁を用いて射出制御を行うダイカストマシンに利用できる。

【0002】

【背景技術】 従来より、サーボ弁制御によるダイカスト

マシンの射出制御には、二方弁あるいは三方弁のサーボ弁が用いられていた。図14には、サーボ弁に三方弁を用いた従来のダイカストマシンの例が示されている（第一従来例）。

【0003】 同図において、ダイカストマシン200は、金型201の内部に設けられたキャビティ202に溶湯203を射出して製品の成形を行うものである。金型201は、二分割された金型201A、201Bを型締して付合わせることにより、その間に製品の形状と同一のキャビティ202が形成されるように構成されている。溶湯203は、ラドル204により注湯穴205から射出スリーブ206内に供給され、この射出スリーブ206からキャビティ202に射出される。

【0004】 ダイカストマシン200は、金型201のキャビティ202に溶湯203を射出する射出シリンダ装置210と、この射出シリンダ装置210を弁開度調整して流量制御することにより作動させるサーボ弁220と、油タンクに油圧回路を連通させるソレノイド弁230と、油圧源に設けられたアキュムレータ240とを有している。

【0005】 射出シリンダ装置210は、射出スリーブ206内に挿入されて射出スリーブ206内を摺動する射出プランジャ211と、この射出プランジャ211を結合したピストンロッド212と、このピストンロッド212に固定されたピストンを摺動可能に内蔵する射出シリンダ213とを含み構成されている。

【0006】 サーボ弁220は、パイロットサーボ弁221を有する二段形サーボ弁であり、弁開度を調整して流量制御を行い、ピストンロッド212の射出速度を制御するようになっている。また、サーボ弁220は、出力ポートA、タンクポートTP、圧力ポートPPの合計三つのポートを備えた三方弁となっている。出力ポートAは、射出シリンダ装置210のロッド側ポートRPと連通しており、圧力ポートPPは、アキュムレータ240を備えた油圧源と連通している。

【0007】 また、アキュムレータ240とヘッド側ポートHPを連通する油圧回路の途中には、パイロット操作チェック弁250が設けられており、このパイロット操作チェック弁250は、パイロット操作により開くように構成されているが、そのパイロット油圧回路は図示を省略する。

【0008】 このような第一従来例では、以下のように射出制御を行う。すなわち、ピストンロッド212を前進させて射出プランジャ211で溶湯203をキャビティ202に射出する場合には、サーボ弁220を出力ポートAからタンクポートTPへサーボ油が流れる状態にし、射出シリンダ装置210のロッド側ポートRPと油タンクとを連通して排油するとともに、パイロット操作チェック弁250をパイロット操作して開き、アキュムレータ240の高圧油を射出シリンダ装置210のヘッド側ポートHPに供給する。

【0009】一方、ピストンロッド212を後退させる場合には、サーボ弁220を圧力ポートPPから出力ポートAへサーボ油が流れる状態にしてアキュムレータ240の高圧油を射出シリンダ装置210のロッド側ポートRPに供給するとともに、ソレノイド弁230を開き、射出シリンダ装置210のヘッド側ポートHPと油タンクとを連通して排油する。

【0010】図15には、サーボ弁に二方弁を用いた従来のダイカストマシンの例が示されている（第二従来例）。同図において、ダイカストマシン300は、前述した第一従来例のダイカストマシン200と同様に、図示されない金型201の内部に設けられたキャビティ202に溶湯203を射出して製品の成形を行うものである。

【0011】ダイカストマシン300は、金型201のキャビティ202に溶湯203を射出する射出シリンダ装置310と、この射出シリンダ装置310を弁開度調整して流量制御することにより作動させるサーボ弁320と、油圧回路の切り換えを行うソレノイド弁330と、高圧のアキュムレータ340と、油圧源である油ポンプ360とを有している。

【0012】射出シリンダ装置310は、前述した第一従来例の射出シリンダ装置210と同じ構成であり、ピストンロッド312を前進させて射出制御を行う。また、アキュムレータ340と射出シリンダ装置310のヘッド側を連通する油圧回路の途中には、パイロット操作チェック弁350が設けられており、このパイロット操作チェック弁350は、不図示のパイロット油圧回路のパイロット操作により開くように構成されている。

【0013】サーボ弁320は、パイロットサーボ弁321を有する二段形サーボ弁であり、弁開度を調整して流量制御を行い、ピストンロッド312の射出速度を制御するようになっている。また、サーボ弁320は、タンクポートTP、圧力ポートPPの合計二つのポートを備えた二方弁となっている。

【0014】このような第二従来例では、以下のように射出制御を行う。すなわち、ピストンロッド312を前進させて金型201へ射出を行う場合には、サーボ弁320を圧力ポートPPからタンクポートTPへサーボ油が流れる状態にし、射出シリンダ装置310のロッド側ポートRPと油タンクとを連通して排油する。そして、ソレノイド弁330を油ポンプ360とヘッド側ポートHPとが連通するように切り換えて射出シリンダ装置310のヘッド側ポートHPに高圧油を供給するとともに、パイロット操作チェック弁350をパイロット操作により開いてアキュムレータ340と射出シリンダ装置310のヘッド側を連通して大流量を供給可能とし、ヘッド側圧力P1が安定するようにする。

【0015】一方、ピストンロッド312を後退させる場合には、サーボ弁320を閉じ、ソレノイド弁330を油ポンプ360から射出シリンダ装置310のロッド側ポートRP

へ流れる状態に切り換えてロッド側ポートRPに高圧油を供給するとともに、射出シリンダ装置310のヘッド側ポートHPからソレノイド弁330を介して油タンクに排油する。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前述したような第一従来例および第二従来例では、各サーボ弁220、320がそれぞれ三方弁、二方弁であるため、各ピストンロッド212、312を前進させて射出を行うだけであれば、これらの各サーボ弁220、320だけでその目的を達することができるが、ピストンロッド212、312を後退させる場合には、それぞれソレノイド弁230、330を各サーボ弁220、320とは別に設けることが必要となる。このため、油圧回路および電気回路が二重化され、複雑になるという問題がある。

【0017】また、前述したような第一従来例および第二従来例では、溶湯203をキャビティ202に充填完了させてから、この溶湯203を高圧加圧凝固させる場合の各ピストンロッド212、312の押圧力F（押湯力F1）は、各アキュムレータ240、340の圧力によって決定される。このため、各アキュムレータ240、340の圧力が変動した場合には、押湯力F1もこれに伴って変動するという不都合があるうえ、任意の押湯力F1を設定するためには、各アキュムレータ240、340の圧力を手動で調整しなければならないという問題がある。

【0018】本発明の目的は、油圧回路および電気回路が単純で、かつアキュムレータの圧力変化等に押湯力が影響されることのないダイカストマシンの射出制御方法およびその装置を提供することにある。

【0019】

【課題を解決するための手段】本発明の第一発明は、射出シリンダ装置のピストンロッドの前進速度を低速から高速へ移行させてダイカスト成形を行うダイカストマシンの射出制御方法であって、予め前記射出シリンダ装置と油圧源との間に設けられたサーボ弁に制御信号を送って当該サーボ弁を制御する制御手段を設けておき、成形に先立って、当該制御手段に始動開弁速度、低速射出速度、高速射出速度、ブレーキ開始ストローク、ブレーキ弁開度、ブレーキ時間、押湯昇圧時間、押湯力、保圧時間などの射出条件データを入力設定し、成形にあたっては、入力設定した前記始動開弁速度で前記サーボ弁を開いて射出を開始し、前記ピストンロッドの移動速度が前記低速射出速度に達した時点から、前記低速射出速度でのフィードバック制御を前記制御手段により行い、前記ピストンロッドの移動ストロークが所定の低速射出ストロークに達した時点で、前記高速射出速度に対応する弁開度に前記サーボ弁を最高開弁速度で開いて高速射出を開始し、前記ピストンロッドの移動ストロークが前記ブレーキ開始ストロークに達した時点で、前記ブレーキ弁開度に前記サーボ弁を最高閉弁速度で閉じてブレーキを

かけ、前記ブレーキ時間が経過した時点で、前記押湯昇圧時間に対応する開弁速度で前記サーボ弁を開いて前記ピストンロッドの押圧力の昇圧を開始し、前記ピストンロッドの押圧力が前記押湯力に達した時点からは、前記押湯力のフィードバック制御を前記制御手段により行って前記保圧時間が経過するまで前記押湯力を保持することを特徴とする。

【0020】本発明の第二発明は、第一発明のダイカストマシンの射出制御方法において、予め前記射出条件データとして充填完了時点ストロークを入力設定しておき、前記ブレーキ開始ストロークは、当該充填完了時点ストロークとその実測値との差を比較し、その差が許容範囲を超える場合には、微小ストロークずつ加減算され、次ショット補正されることを特徴とする。

【0021】本発明の第三発明は、第一発明または第二発明のダイカストマシンの射出制御方法において、予め入力設定される前記高速射出速度に対応する弁開度は、この高速射出時の実際のピストンロッドの押圧力および高速射出速度を検出し、これらの実測値に基づいて前記制御手段により負荷補償制御されることを特徴とする。

【0022】本発明の第四発明は、射出シリンダ装置のピストンロッドの前進速度を超低速とする超低速射出制御によるダイカストマシンの射出制御方法であって、予め前記射出シリンダ装置と油圧源との間に設けられたサーボ弁に制御信号を送って当該サーボ弁を制御する制御手段を設けておき、成形に先立って、当該制御手段に始動開弁速度、低速射出速度、減速加速度、超低速射出速度、充填完了時点射出圧力、押湯昇圧時間、押湯力、保圧時間などの射出条件データを入力設定し、成形にあたっては、入力設定した前記始動開弁速度で前記サーボ弁を開いて射出を開始し、前記ピストンロッドの移動速度が前記低速射出速度に達した時点から、前記低速射出速度でのフィードバック制御を前記制御手段により行い、前記ピストンロッドの移動ストロークが所定の低速射出ストロークに達した時点で、前記減速加速度で減速加速度制御を行い、前記ピストンロッドの移動速度が前記超低速射出速度に達した時点から、前記超低速射出速度でのフィードバック制御を前記制御手段により行い、前記ピストンロッドの押圧力が前記充填完了時点射出圧力に達した時点で、前記押湯昇圧時間に対応する開弁速度で前記サーボ弁を開いて前記ピストンロッドの押圧力の昇圧を開始し、前記ピストンロッドの押圧力が前記押湯力に達した時点からは、前記押湯力のフィードバック制御を前記制御手段により行って前記保圧時間が経過するまで前記押湯力を保持することを特徴とする。

【0023】本発明の第五発明は、第一発明ないし第四発明のいずれかのダイカストマシンの射出制御方法において、前記低速射出ストロークは、給湯重量WS、溶湯比重 γ 、射出スリーブ全長L、射出スリーブ内径D、ゲート部充填溶湯重量WR、補正值Cを予め前記制御手段に入

力設定し、これらの数値に基いて前記制御手段で次の演算式

$$SL = L \{ [1 - 4WS / (\pi D^2 L \gamma)] / [\{ 8WS / (\pi D^2 L \gamma) \} + 1] + [4WR / (\pi D^2 \gamma)] - C$$

を演算算出することにより設定されることを特徴とする。

【0024】本発明の第六発明は、ダイカストマシンの射出制御装置であって、射出シリンダ装置と油圧源との間に設けられ、パイロットサーボ弁とメイン弁とを有する複数段であり、かつ当該メイン弁のスプールが四方案内弁であるサーボ弁と、当該サーボ弁の二つの出力ポートと前記射出シリンダ装置のロッド側ポートおよびヘッド側ポートとを各々連通する二つの流路と、前記出力ポートと前記ヘッド側ポートとを連通する前記流路に設けられ、かつ前記ヘッド側ポートから前記出力ポートへの自由流れ方向を有するパイロット操作チェック弁と、前記サーボ弁の圧力ポートと前記油圧源とを連通するサーボ油圧源と、前記射出シリンダ装置のヘッド側ポートと前記油圧源に設けられたアキュムレータとの間に設けられたパイロット操作開閉手段と、前記パイロット操作開閉手段のパイロット油圧回路と前記パイロット操作チェック弁のパイロット油圧回路とを連通して操作する三方ソレノイド弁と、前記射出シリンダ装置のピストンロッドの押圧力検出手段と、予め入力設定された射出条件データに基づいて前記サーボ弁を制御する制御手段とを有することを特徴とする。

【0025】本発明の第七発明は、ダイカストマシンの射出制御装置であって、射出シリンダ装置と油圧源との間に設けられ、パイロットサーボ弁とメイン弁とを有する複数段であり、かつ当該メイン弁のスプールが四方案内弁であるサーボ弁と、当該サーボ弁の二つの出力ポートと前記射出シリンダ装置のロッド側ポートおよびヘッド側ポートとを各々連通する二つの流路と、前記出力ポートと前記ヘッド側ポートとを連通する前記流路に設けられ、かつ前記ヘッド側ポートから前記出力ポートへの自由流れ方向を有するチェック弁と、前記射出シリンダ装置のピストンロッドの押圧力検出手段と、前記サーボ弁の圧力ポートと前記油圧源とを連通するサーボ油圧源と、前記射出シリンダ装置のヘッド側ポートと前記油圧源に設けられたアキュムレータとの間に設けられたパイロット操作開閉手段と、前記チェック弁が設けられた前記サーボ弁の出力ポートと連通した前記パイロット操作開閉手段のパイロット油圧回路と、予め入力設定された射出条件データに基づいて前記サーボ弁を制御する制御手段とを有することを特徴とする。

【0026】本発明の第八発明は、第六発明または第七発明のダイカストマシンの射出制御装置において、前記押圧力検出手段は前記射出シリンダ装置のロッド側およびヘッド側にそれぞれ設けられた圧力検出器を互いに極性を反対にして直列に接続して形成され、前記押圧力検

出手段の検出出力は、前記各圧力検出器の各検出出力を前記射出シリンダ装置のロッド側のピストン受圧面積とヘッド側のピストン受圧面積との比で補償し、補償後の各検出出力の差により得ることを特徴とする。

【0027】

【作用】このような本発明においては、サーボ弁を四方弁とし、この一つのサーボ弁を操作することにより全ての射出制御を行うので、従来例のように油圧回路および電気回路が二重化され、複雑になるという不都合を解消できるようになる。また、制御手段により押湯力のフィードバック制御を行い、この押湯力を保圧時間が経過するまで設定値に保持するので、アクュームレータの圧力変化等に押湯力が影響されるという不都合が解消できるようになる。また、アクュームレータの圧力を手動で調整するという手間を省くことができるようになり、これらにより前記目的が達成される。

【0028】

【実施例】以下、本発明の第一実施例を図面に基づいて説明する。本実施例は、本発明の第六発明および第八発明を適用した装置に基づくものであり、その制御に第一発明ないし第四発明の各方法を適用したものである。図1において、本実施例のダイカストマシン10は、図示されない金型に溶湯を射出する射出シリンダ装置20と、この射出シリンダ装置20を弁開度調整して流量制御するサーボ弁30と、各種射出条件データ等によりサーボ弁30を制御する制御手段60とを有している。

【0029】射出シリンダ装置20は、図示されない射出プランジャをその先端に有するピストンロッド22と、このピストンロッド22の反対側の先端に固定されたピストン21を摺動可能に内蔵する射出シリンダ23と、射出シリンダ23に対するピストンロッド22の移動速度および移動ストロークを検出する射出速度・射出ストローク検出手段24とを含み構成されている。

【0030】射出速度・射出ストローク検出手段24は、検出管25を有しており、この検出管25をピストンロッド22の軸方向に沿ってピストン21側からピストンロッド22内に穿設された深穴に挿入し、検出管25内の磁歪線に対して前後進するピストンロッド22に取り付けられた永久磁石を作用させ、これにより生じる磁歪を超音波で検出することにより、ピストンロッド22の移動速度および移動ストローク、すなわち射出速度・射出ストロークを検出するように構成されている。

【0031】サーボ弁30は、メイン弁31とパイロットサーボ弁32とにより構成される二段形サーボ弁であり、弁開度を調整して流量制御を行い、ピストンロッド22の射出速度を制御するようになっている。メイン弁31は、そのスプール（弁体）が四方案内弁となっており、出力ポートA、出力ポートB、タンクポートTP、圧力ポートPPの合計四つのポートを備えている。パイロットサーボ弁32は、油の汚染度に対して有利なボイスコイル形直動サ

ーボ弁となっており、ダイカストマシンの作動環境に充分適合でき、NAS10級の汚染度にも適合できるようになっている。

【0032】出力ポートAは、流路41により、射出シリンダ23のロッド側ポートRPと連通している。出力ポートBは、流路42により、射出シリンダ23のヘッド側ポートHPと連通している。また、流路42の途中には、パイロットチェック弁43（逆止弁）が設けられており、このパイロットチェック弁43は、ヘッド側ポートHPから出力ポートBに向かう方向が自由流れ方向となっている。そして、パイロットチェック弁43は、制御信号を受けてパイロット油圧操作により開くように構成されている。

【0033】タンクポートTPは、排油路44により、油タンクに連通している。圧力ポートPPは、サーボ油圧源46に連通しており、このサーボ油圧源46には、パイロットサーボ弁32の応答性を向上させるために小形のアクュームレータ47が設けられている。

【0034】図示されない油圧ポンプによる油圧源50には、アクュームレータ51が設けられている。また、油圧源50と射出シリンダ23のヘッド側との間には、パイロット操作開閉手段52が設けられている。そして、パイロット操作開閉手段52は、制御信号を受けてパイロット油圧操作により開閉するロジック弁により構成されている。このパイロット操作開閉手段52のパイロット油圧回路53は、パイロットチェック弁43のパイロット油圧回路54と連通している。油圧源50には、ソレノイド弁55が設けられており、このソレノイド弁55を介して油圧源50と各パイロット油圧回路53、54とが接続されている。

【0035】ソレノイド弁55は、通電するか否かにより、パイロット操作開閉手段52およびパイロットチェック弁43のパイロット油圧操作を同時に行い、パイロット操作開閉手段52を開閉させる、あるいはパイロットチェック弁43を開閉させるように構成されている。

【0036】すなわち、ソレノイド弁55を非通電状態とした場合には、油圧源50の油圧が各パイロット油圧回路53、54を通してそれぞれパイロット操作開閉手段52、パイロットチェック弁43に供給されるようになっている。これにより、パイロット操作開閉手段52は閉塞されてアクュームレータ51の高圧油が遮断されるとともに、パイロットチェック弁43は開かれ、その逆止機能が失われてサーボ弁30の出力ポートBからヘッド側ポートHPへサーボ油が流れるようになっている。

【0037】そして、ソレノイド弁55を通電状態とした場合には、油圧源50の油圧はパイロット操作開閉手段52、パイロットチェック弁43には供給されず、パイロット油圧回路53、54は油タンクに連通されるようになっている。これにより、パイロット操作開閉手段52が開いてアクュームレータ51の高圧油が射出シリンダ23のヘッド側に供給されるとともに、パイロットチェック弁43は逆止機能を回復するようになっている。

【0038】ここで、ピストンロッド22の後退（図1中右行）状態では、ソレノイド弁55は非通電状態となっており、パイロット操作開閉手段52は閉塞されてアキュムレータ51からの高圧油が遮断されるとともに、サーボ弁30は、圧力ポートPPから出力ポートAへ、および出力ポートBからタンクポートTPへ流れる状態となっている。このため、ロッド側ポートRPIはサーボ油圧源46に連通して高圧油が供給され、ヘッド側ポートHPは油タンクに連通して排油される。

【0039】上記のピストンロッド22の後退状態から通常の射出制御、あるいは超低速射出制御を開始する場合には、次のような操作が行われるようになっている。

【0040】すなわち、通常の射出制御を開始する場合には、まず、ソレノイド弁55を通電状態とし、パイロット操作開閉手段52を開いてアキュムレータ51の高圧油を射出シリンダ23のヘッド側に供給する。この際には、サーボ弁30は、ピストンロッド22の後退状態のままの状態、すなわち圧力ポートPPから出力ポートAへ、および出力ポートBからタンクポートTPへ流れる状態となっているので、ロッド側圧力P2はサーボ油圧源46により高圧保持され、ヘッド側圧力P1は油タンクに連通しているため、パイロット操作開閉手段52が開かれた瞬間にアキュムレータ51の高圧のサーボ油が射出シリンダ23のヘッド側に大量に供給されるがこれは油タンクに排出され、ピストンロッド22の飛び出し、いわゆるジャンピングが起きないようにしている。

【0041】その次の瞬間、サーボ弁30をピストンロッド22の前進側に切り換え、圧力ポートPPから出力ポートBへ、および出力ポートAからタンクポートTPへ流れる状態とし、かつ弁開度を微小開度とすることにより、射出シリンダ23内のロッド側から微小流量のサーボ油が油タンクに流れ、円滑なピストンロッド22の始動が開始され、ダイカストマシン10の通常の射出制御が開始されるようになっている。

【0042】また、超低速射出制御を開始する場合には、ソレノイド弁55を非通電状態（後退状態のままの状態）とし、パイロット操作開閉手段52を閉塞してアキュムレータ51の高圧油を遮断するとともに、パイロットチェック弁43を開き、出力ポートBからヘッド側ポートHPへサーボ油が流れる状態にする。そして、サーボ弁30をピストンロッド22の前進側に切り換え、圧力ポートPPから出力ポートBへ、および出力ポートAからタンクポートTPへ流れる状態とすることにより、射出シリンダ23内のロッド側のサーボ油は油タンクに流れ、ヘッド側にはサーボ油圧源46のサーボ油が供給され、サーボ弁30は微小流量制御されるので円滑なピストンロッド22の始動が開始され、ダイカストマシン10の超低速射出制御が開始されるようになっている。

【0043】制御手段60は、マイクロコンピュータ等により構成されており、この制御手段60には、射出制御を

行うための各種射出条件データ等を入力するための入力手段61と、この入力結果あるいは制御情報を表示するためのCRT等による表示手段62とが備わっている。制御手段60とパイロットサーボ弁32との間には、制御手段60から出力されるデジタル出力信号をアナログ信号に変換するD/A変換器63と、D/A変換器63から出力されたアナログ信号を増幅させるサーボアンプ64とが設けられている。

【0044】ダイカストマシン10は、この制御手段60によりフィードバック制御を行いながら射出制御を行うように構成されている。すなわち、射出速度・射出ストローク検出手段24により検出したピストンロッド22の射出速度および射出ストロークの検出信号K1を、フィードバック信号として制御手段60に送り、制御手段60においてこの検出信号K1と入力手段61により入力設定された各種射出条件データ等との比較を行う。そして、その比較結果に応じて弁開度指令として制御信号K2をD/A変換器63に送りD/A変換し、アナログ信号としてサーボアンプ64に送り、さらにサーボアンプ64で増幅して制御信号K3としてパイロットサーボ弁32に送り、これらによりパイロットサーボ弁32をフィードバック制御するようになっている。

【0045】サーボ弁30には、メイン弁31のスプールの変位を検出する変位検出器65と、パイロットサーボ弁32のスプールの変位を検出する変位検出器66とが設けられている。ダイカストマシン10は、これらの各変位検出器65、66から出力された各検出信号K4、K5をサーボアンプ64に入力し、ここで両者を比較し、メイン弁31のスプールの変位とパイロットサーボ弁32のスプールの変位とが正確に比例するようにサーボアンプ64から出力される制御信号K3を修正するマイナーループのフィードバック制御を行うことにより、制御手段60から出力された制御信号K2通りにメイン弁31の弁開度を制御するように構成されている。

【0046】ダイカストマシン10は、図2（A）に示す射出速度線図のような射出条件データを入力手段61により制御手段60に予め入力設定し、この設定に基づいてピストンロッド22の射出速度Vをフィードバック制御するようになっている。すなわち、図2（A）のSL区間においては、射出開始点であるO点からC点までは、図2

（C）の弁開度指令曲線に示すようにサーボ弁30のメイン弁31の弁開度Eを所定の始動開弁速度 α_S で開けていき、図2（A）に示すように射出速度Vを上昇させてピストンロッド22を加速するように設定し、円滑に低速での射出制御を開始する。そして、C点からD点までは、図2（A）に示すように射出速度VをVL1、VL2、VLNの多段に設定したり、あるいは一速のVL、無段の曲線などに設定し、低速射出を行うようになっている。

【0047】ここで、上述の始動開弁速度 α_S は、図3に示す開弁速度曲線の形で制御手段60のマイクロコンピ

ューターの記憶装置のROMに予め記憶保存するようになっている。図3では、横軸は時間Tを示し、縦軸はサーボ弁30のメイン弁31の弁開度Eを示している。そして、同図の傾斜が小さい程、開弁速度が遅いのでピストンロッド22の加速度が小さく、その傾斜が大きい程、開弁速度が速いのでピストンロッド22の加速度が大きく、これら開弁速度曲線は、サーボ弁30の固有のデータであり、ダイカストマシン10の実機データである。つまり、上述の射出開始時の始動開弁速度 α_S は傾斜が小さく遅いため、ピストンロッド22の加速は比較的小さなものとなっている。

【0048】図2(A)のD点は、射出ストロークSが設定値の低速射出ストロークSLに達する点であり、低速での射出制御から高速での射出制御への切換点である。低速での射出制御から高速での射出制御への切換は、図2(C)に示すように、弁開度指令曲線がD点からG点へ移動するような矩形パルス指令で行われ、サーボ弁30は最高開弁速度で弁開度EHまで開くようになっている。例えば、ピストンロッド22は、低速射出速度VLNの0.3m/sから高速射出速度VHの3m/sまで10ms以下の短時間で急加速することができる。

【0049】ここで、サーボ弁30の弁開度EHは、図4に示される実機を使用して作成された試験データ曲線から実製造時にデータを読み出すことにより得られるようになっている。図4の横軸は高速射出速度VHを示し、縦軸はサーボ弁30のメイン弁31の弁開度EH(%)を示し、ピストンロッド22の押圧力FG(ゲート抵抗)をパラメータにして試験データ曲線が描かれており、この試験データ曲線は制御手段60のマイクロコンピュータの記憶装置のROMに予め記憶保存されている。そして、実製造時に高速射出速度VHおよびパラメータの押圧力FG(ゲート抵抗)を設定値として入力手段61で入力することにより、弁開度EHを求めるようになっている。

【0050】ダイカストマシン10には、ロッド側圧力P2とヘッド側圧力P1との差圧を検出することによりピストンロッド22の押圧力を検出する押圧力検出手段である差圧検出器67が設けられており、ロッド側圧力P2、ヘッド側圧力P1はそれぞれ流路41、42から取り込まれるようになっている。ダイカストマシン10は、この差圧検出器67によりロッド側圧力P2とヘッド側圧力P1との差圧、すなわちピストンロッド22の押圧力FGを検出するとともに、射出速度・射出ストローク検出手段24により高速射出速度VHを実測し、検出した押圧力FGに対応する弁開度EH'を図4の試験データ曲線から読み取り、弁開度EHを補正して負荷補償制御を行うように構成されている。

【0051】図2(A)のL点は、射出ストロークSがブレーキ開始ストロークSHBに達した点であり、射出速度・射出ストローク検出手段24によりこれを検出したら図2(C)に示すように弁開度EHから弁開度EBまで最高速度でサーボ弁30を閉じ、サーボ弁30の出力ポートAか

らタンクポートTPへの流れを絞ることにより、ピストンロッド22に急ブレーキがかかるようになっている。そして、図2のY-Y線において、リアルタイム制御の基準(図2の横軸)が射出ストロークSから時間Tに切り換えられ、以後は時間Tを基準にした制御となる。

【0052】図5に示すように、ブレーキ開始ストロークSHBは、金型のキャビティ内への溶湯の充填が完了した時点の充填完了時点ストロークSF、またはブレーキ後ストロークSB($SF=SL+SHB+SB$)とともに、予め入力手段61により制御手段60に入力設定しておくようになっている。また、入力設定した充填完了時点ストロークSFとその実測値SF'との差の許容範囲である充填完了時点ストローク許容範囲 $\pm\delta$ (ブレーキ後ストローク許容範囲)も予め入力手段61により制御手段60に入力設定しておくようになっている。

【0053】ブレーキ開始ストロークSHBは、実測充填完了時点ストロークSF'の実測状況に応じて次ショット補正を行うようになっている。すなわち、充填完了前に急ブレーキをかけた時から充填が完了するまでピストンロッド22は急速に減速するが、この際のピストンロッド22の射出速度を射出速度・射出ストローク検出手段24により測定し、この速度が充填完了時点速度VFに達した瞬間のピストンロッド22の射出ストロークを射出速度・射出ストローク検出手段24により実測する。この実測充填完了時点ストロークSF'の複数ショットの平均値である平均実測充填完了時点ストロークSFM'と許容範囲を加算した充填完了時点ストロークSF $\pm\delta$ とを比較し、平均実測充填完了時点ストロークSFM'が許容範囲を加算した充填完了時点ストロークSF $\pm\delta$ 内に収まっていない時には、次ショット補正を行うようになっている。

【0054】そして、平均実測充填完了時点ストロークSFM'が許容範囲を加算した充填完了時点ストロークSF $\pm\delta$ から、正側に(+ $\Delta SF'$)外れている場合には、ブレーキ開始ストロークSHBを+ ΔSHB 補正し、負側に(- $\Delta SF'$)外れている場合には、ブレーキ開始ストロークSHBを- ΔSHB 補正する所謂学習制御を行う。なお、この際の補正值 $\pm\Delta SHB$ は、例えば0.2mm程度でショット毎に微小ストロークずつ加減算補正されるのが望ましい。

【0055】図2(A)のM点は、L点より実測したブレーキ時間TBだけ経過した時点であり、この点より押圧力Fの制御が開始されるようになっている。すなわち、図3に示す比較的速い開弁速度 α_1 でサーボ弁30を開いて昇圧を開始し、押圧力F(この場合には押湯力)が入力設定した押湯力FIになるN点まで昇圧を行うようになっている。ここで、図3に示すように、開弁速度 α_1 を $\alpha_1 + \Delta\alpha$ として増速すれば、押湯昇圧時間TIは短くなり、開弁速度 α_1 を $\alpha_1 - \Delta\alpha$ として減速すれば、押湯昇圧時間TIは長くなる。

【0056】図6に示すように、押湯昇圧時間TIは、昇

圧開始から押圧力Fが入力設定した押湯力FIの90%に達する瞬間までの時間であり、予め入力手段61により制御手段60に入力設定しておき、これに対応する開弁速度 α_1 を制御手段60により演算算出するようになっている。また、入力設定した押湯昇圧時間TIとその実測値TI'との差の許容範囲である押湯昇圧時間許容範囲 $\pm\beta$ も予め入力手段61により制御手段60に入力設定しておくようになっている。

【0057】そして、差圧検出器67によりピストンロッド22の押圧力Fを検出し、この押圧力Fが入力設定した押湯力FIの90%に達した瞬間の時間を実測し、この実測押湯昇圧時間TI'の複数ショットの平均値である平均実測押湯昇圧時間TIM'と許容範囲を加算した押湯昇圧時間TI $\pm\beta$ とを比較し、平均実測押湯昇圧時間TIM'が許容範囲を加算した押湯昇圧時間TI $\pm\beta$ 内に収まっていない時には、次ショット補正を行うようになっている。すなわち、平均実測押湯昇圧時間TIM'が許容範囲を加算した押湯昇圧時間TI $\pm\beta$ から、正側に(+ Δ TI')外れている場合には、開弁速度 α_1 を増速側に+ $\Delta\alpha$ 補正し、負側に(- Δ TI')外れている場合には、開弁速度 α_1 を減速側に- $\Delta\alpha$ 補正する(図3参照)。

【0058】ダイカストマシン10は、差圧検出器67によりピストンロッド22の押圧力Fを検出することにより押湯力FIを実測し、この実測値と入力設定した押湯力FIとの比較を制御手段60で行い、その比較結果に応じて弁開度指令として制御信号K2をD/A変換器63に送り、さらにこの弁開度指令をサーボアンプ64を介して制御信号K3としてサーボ弁30に伝えることにより、サーボ弁30の弁開度Eをフィードバック制御して押湯力FIを一定に保つように構成されている。また、押湯力FIは、図7の押湯力FI1~FI2に示すように任意に設定できるようになっている。

【0059】射出シリンダ装置20のピストンロッド22の押圧力検出手段としての差圧検出器67は、図8に示すような構成であり、個々の圧力検出器71、72の構成は、本願出願人により既に提案されている実公平3-29003号公報に開示されている。前記圧力検出器71、72は、それぞれ受圧部であるステンレス鋼のダイヤフラム73、74の背面に形成した薄膜形半導体圧力素子75、76と、この薄膜形半導体圧力素子75、76を覆うカバー77、78とにより構成されている。

【0060】差圧検出器67は、互いに極性を反対にして直列に接続された前記圧力検出器71、72と、負荷抵抗R1、R2とにより構成されている。負荷抵抗R1、R2は、 $R2=K \times R1$ となる(ここでのR2は全R2のうち差圧検出に使用される部分を示す)ようになっている。ここで、Kは射出シリンダ装置20のロッド側のピストン受圧面積A2とヘッド側のピストン受圧面積A1との比の値、 $K=A2/A1$ (<1)となっている。

【0061】このような差圧検出器67では、圧力検出器

71の出力端子79の検出出力G1と圧力検出器72の出力端子80の検出出力を前記ピストン受圧面積比Kで補償した検出出力G2との差 $G=G1-G2$ をとることで、ピストンロッド22の押圧力、すなわち押湯力FIに比例した検出出力Gを演算せずに直接得ることができるので、応答性の速い押圧力検出手段とすることができる。従来は、射出シリンダ装置20のピストンロッド22の押圧力Fを、 $F=P1 \times A1 - P2 \times A2$ を演算して求めていたのでリアルタイム制御が不可能であったが、それを可能とするものである。

【0062】このような第一実施例においては、鑄造にあたって以下のように通常の射出制御を行う(図9参照)。まず、制御手段60において、制御プログラムをスタートさせ、鑄造のための各種射出条件データを入力手段61により制御手段60に入力設定する(処理S1)。

【0063】ここで、制御手段60に入力設定する各種射出条件データは、低速射出ストロークSL(SL1, SL2)、低速射出速度VL(多段制御の場合: VL1, VL2, VLN)、低速射出開始時の始動開弁速度 α_S 、高速射出速度VH、ゲート抵抗FG(ピストンロッド22の押圧力)、ブレーキ開始ストロークSHB、ブレーキ弁開度EB、ブレーキ時間TB、押湯昇圧時間TI、押湯昇圧時間許容範囲 $\pm\beta$ 、昇圧開始時の開弁速度 α_1 の補正量 $\pm\Delta\alpha$ 、押湯力FI、充填完了時点速度VF、充填完了時点ストロークSF(またはブレーキ後ストロークSB)、充填完了時点ストローク許容範囲 $\pm\delta$ (ブレーキ後ストローク許容範囲)、ブレーキ開始ストロークSHBの補正値 $\pm\Delta$ SHB、保圧時間TPなどである。

【0064】次に、処理S1で入力設定した各種射出条件データに基づき、高速射出速度VHに対応するサーボ弁30の弁開度EHおよび押湯昇圧時間TIに対応する開弁速度 α_1 を、制御手段60のマイクロコンピュータの記憶装置のROMに予め記憶保存された図4に示すようなデータ等を読み込むことにより演算算出する(処理S2)。

【0065】そして、金型の型締を完了し、溶湯の給湯を完了して制御手段60に射出開始信号を送り、始動開弁速度 α_S 、低速射出速度VL(VL1, VL2, VLN)で所謂ジャンピングすることなく円滑にダイカストマシン10を始動させる(処理S3)。

【0066】ダイカストマシン10の始動後の低速での射出制御においては、一速制御の場合には、射出速度が低速射出速度VLに達した時点から射出速度のフィードバック制御を開始する(処理S4)。

【0067】低速射出ストロークSLを検出した時点で処理S4の射出速度のフィードバック制御を完了し、最高開弁速度でサーボ弁30を弁開度EHまで開き、高速射出速度VHでの射出制御に移行する。この際、ゲート抵抗FG(ピストンロッド22の押圧力)を検出し、制御手段60のマイクロコンピュータの記憶装置のROMから、この検出したゲート抵抗FGに対応する弁開度EH'を読み出し、弁開度EHを補正して負荷補償制御を行う(処理S5)。

【0068】ブレーキ開始ストロークSHBを検出した時点（図2中Y-Y線）でリアルタイム制御の基準を射出ストロークSから時間Tに切り換え、サーボ弁30の開度Eを最高速度でブレーキ弁開度EBまで閉じ、ピストンロッド22に急ブレーキをかけて射出速度を減速させる（処理S6）。

【0069】処理S6のブレーキ作用により急速に減速するピストンロッド22の射出速度を検出し、この速度が充填完了時点速度VFに達した瞬間のピストンロッド22の射出ストロークを検出し、この実測充填完了時点ストロークSF'を制御手段60により記憶する（処理S7）。

【0070】一方、ブレーキ時間TBが経過した時点（図2中M点）でサーボ弁30の開度Eを開弁速度 α_1 で開き、昇圧を開始して押圧力F（押湯力）の制御を開始する（処理S8）。

【0071】その後、ピストンロッド22の押圧力Fが予め入力設定した押湯力FIの90%に達した時点の時間を実測し、この実測押湯昇圧時間TI'を制御手段60により記憶する（処理S9）。

【0072】昇圧完了後は、差圧検出器67により押湯力FIを実測し、この実測値と入力設定した押湯力FIとの比較を制御手段60で行うことにより、押湯力FIのフィードバック制御を行う（処理S10）。最後に、保圧時間TPが経過した時点で鑄造工程を完了し、金型の型開きを行う（処理S11）。

【0073】ここで、一ショットの鑄造工程は完了するが、以下のように制御手段60で次ショット補正を行ってから、再び次ショットの鑄造工程に移る（図10参照）。まず、処理S11後、図9中Q1から図10中Q1へと処理を継続し、処理S9において制御手段60により記憶した実測押湯昇圧時間TI'の複数ショットの平均値である平均実測押湯昇圧時間TIM'と許容範囲を加算した押湯昇圧時間 $TI \pm \beta$ とを比較し、次ショット補正を行う。すなわち、平均実測押湯昇圧時間TIM'が許容範囲を加算した押湯昇圧時間 $TI \pm \beta$ から、正側に $(+\Delta TI')$ 外れている場合には、開弁速度 α_1 を増速側に $+\Delta \alpha$ 補正し、負側に $(-\Delta TI')$ 外れている場合には、開弁速度 α_1 を減速側に $-\Delta \alpha$ 補正する（処理S12）。

【0074】次に、処理S7において制御手段60により記憶した実測充填完了時点ストロークSF'の複数ショットの平均値である平均実測充填完了時点ストロークSFM'と許容範囲を加算した充填完了時点ストローク $SF \pm \delta$ とを比較し、次ショット補正を行う。すなわち、平均実測充填完了時点ストロークSFM'が許容範囲を加算した充填完了時点ストローク $SF \pm \delta$ から、正側に $(+\Delta SF')$ 外れている場合には、ブレーキ開始ストロークSHBを $+\Delta SHB$ 補正し、負側に $(-\Delta SF')$ 外れている場合には、ブレーキ開始ストロークSHBを $-\Delta SHB$ 補正する（処理S13）。

【0075】その後、図10中Q2から図9中Q2へと処理

を継続し、次ショットの鑄造工程に移り、このような処理手順を繰り返して複数ショットの鑄造工程を完了する。

【0076】また、このような第一実施例においては、以下のように超低速射出制御を行う（図11参照）。まず、制御手段60に超低速射出制御のための各種射出条件データを入力設定する。ここで、制御手段60に入力設定する各種射出条件データは、低速射出ストロークSL（多段制御の場合：SL1, SL2等）、低速射出速度VL（多段制御の場合：VL1, VL2, VLN等）、低速射出開始時の始動開弁速度 α_S 、減速加速度AX、超低速射出速度VX（一速、多段、または無段）、充填完了時点射出圧力FS、押湯昇圧時間TI、押湯昇圧時間許容範囲 $\pm \beta$ 、昇圧開始時の開弁速度 α_1 の補正量 $\pm \Delta \alpha$ 、押湯力FI、保圧時間TPなどである。そして、入力設定した射出条件データが、超低速射出制御のための射出条件データである場合には、制御手段60により通常の射出制御のための油圧回路から超低速射出制御のための油圧回路に自動切換する。

【0077】次に、超低速射出制御のための油圧回路でサーボ弁30の開度Eを始動開弁速度 α_S で開いて射出を開始し、射出速度Vが低速射出速度VLに達した時点から、低速射出速度VLでのフィードバック制御を制御手段60により行う。そして、射出ストロークSが低速射出ストロークSLに達した時点で、低速射出速度VLでのフィードバック制御から減速加速度AXでの減速加速度制御へ移行する。

【0078】その後、射出速度Vが超低速射出速度VXに達した時点から、超低速射出速度VXでのフィードバック制御を制御手段60により行う。そして、ピストンロッド22の押圧力Fが充填完了時点射出圧力FSに達した時点で、サーボ弁30の開度Eを押湯昇圧時間TIに対応する開弁速度 α_1 で開き、ピストンロッド22の押圧力Fの昇圧を開始する。

【0079】最後に、ピストンロッド22の押圧力Fが押湯力FIに達した時点からは、押湯力FIでのフィードバック制御を制御手段60により行って保圧時間TPが経過するまで押湯力FIを保持する。

【0080】このような本実施例によれば、サーボ弁30は、メイン弁31とパイロットサーボ弁32とにより構成される二段形サーボ弁であり、メイン弁31のスプール（弁体）が四方案内弁となっているため、この一つのサーボ弁30を操作することにより全ての射出制御を行うことができるので、従来例のように油圧回路および電気回路が二重化され、複雑になるという不都合を解消できる。

【0081】また、制御手段60により押湯力FIのフィードバック制御を行い、この押湯力FIを保圧時間TPが経過するまで設定値に保持するので、アキュムレータ51の圧力変化等に押湯力FIが影響されるという不都合が解消できるうえ、アキュムレータ51の圧力を手動で調整するという手間を省くことができる。

【0082】さらに、処理S6において、サーボ弁30の弁開度Eを最高速度でブレーキ弁開度EBまで閉じ、ピストンロッド22に急ブレーキをかけて射出速度を減速させるので、従来の公知例と同様に、キャビティ202に溶湯203が充填され、ピストンロッド22が前進できなくなって急停止した場合に大きなサージ圧が発生するのを防止することができ、鑄物にバリが発生するのを防止することができる。

【0083】また、サーボ弁30のパイロットサーボ弁32は、油の汚染度に対して有利なボイスコイル形直動サーボ弁となっているので、前述した第一従来例および第二従来例のサーボ弁220, 320のノズルフラッパー方式に比べ、ダイカストマシンの作動環境（一般にNAS7~8級以下の汚染度に作動油を管理することが困難な環境）に充分適合でき、NAS10級の汚染度にも適合することができる。

【0084】そして、差圧検出器67は、これを構成する各圧力検出器71, 72の各負荷抵抗R1, R2が、 $R2 = K \times R1$ （Kは射出シリンダ装置20のロッド側のピストン受圧面積A2とヘッド側のピストン受圧面積A1との比の値、 $K = A2/A1$ ）となっており、各圧力検出器71, 72の各検出出力G1, G2の差を差圧検出器67の検出出力G（ $= G1 - G2$ ）としているため、この差圧検出器67によりピストンロッド22の押圧力、すなわち押湯力FIに比例した検出出力Gを直接得ることができる。

【0085】さらに、押湯力FIを差圧検出器67により直接検出し、演算を行わないので、従来のように、射出シリンダ装置20のヘッド側圧力P1およびロッド側圧力P2を各々別々に検出し、押湯力FIを $FI = A1 \times (P1 - K \times P2)$ を演算して求めるために応答速度が遅くなり、フィードバック制御を行うためのリアルタイム信号にこれらの検出信号を用いることが困難であるという不都合を解消することができ、フィードバック制御の精度を向上させることができる。

【0086】また、射出開始時、すなわちソレノイド弁55を通電状態とし、パイロット操作開閉手段52を開いてアキュムレータ51の高圧油を射出シリンダ23のヘッド側に供給する時には、サーボ弁30は、ピストンロッド22の後退状態のままの状態となっており、その直後、サーボ弁30を切り換えて低速射出制御を行うので、射出開始時に開かれたパイロット操作開閉手段52を介してアキュムレータ51の高圧のサーボ油が射出シリンダ23のヘッド側に大量に供給されても、ピストンロッド22の飛び出し、いわゆるジャンピングを起こさずに円滑にピストンロッド22を始動させることができる。

【0087】図12には、本発明の第二実施例が示されている。本実施例は、本発明の第七発明および第八発明を適用した装置に基づくものであり、その制御に第一発明ないし第四発明の各方法を適用したものである。同図において、本実施例のダイカストマシン110は、前述し

た第一実施例のダイカストマシン10と略同様な構成となっているため、同じ部分には同じ番号を付して説明を省略し、異なる部分のみを説明する。

【0088】流路42の途中には、チェック弁143（逆止弁）が設けられており、このチェック弁143は、ヘッド側ポートHPから出力ポートBに向かう方向が自由流れ方向となっている。そして、チェック弁143は、第一実施例のパイロットチェック弁43と異なり、パイロット油圧操作は行われぬ。

【0089】油圧源50と射出シリンダ23のヘッド側との間には、パイロット操作開閉手段152が設けられている。そして、このパイロット操作開閉手段152は、制御信号を受けてパイロット油圧操作により開くチェック弁（逆止弁）により構成されている。

【0090】また、前述した第一実施例において油圧源50に設けられていたソレノイド弁55は、本実施例にはない。したがって、パイロット操作開閉手段152のパイロット油圧回路153は、サーボ弁30の出力ポートBからパイロット油圧を供給されるように設けられている。

【0091】ダイカストマシン110は、制御手段60からの射出開始の制御信号K2を受け、サーボアンプ64からの制御信号K3でサーボ弁30を制御して圧力ポートPPから出力ポートBへ、および出力ポートAからタンクポートTPへ流れる状態にゆっくり開弁し、サーボ油圧源46の油圧が圧力ポートPP、出力ポートBを経てパイロット油圧回路153に供給され、これによりパイロット操作開閉手段152がゆっくり開き、アキュムレータ51の高圧油が射出シリンダ23のヘッド側に流入して円滑にピストンロッド22が始動するように構成されている。

【0092】また、ピストンロッド22の後退（図中右行）時には、サーボ弁30を圧力ポートPPから出力ポートAへ、および出力ポートBからタンクポートTPへ流れる状態とし、ロッド側圧力P2はサーボ油圧源46により高圧になり、ヘッド側圧力P1はチェック弁143が自由流れ方向となるため油タンクに連通して低圧となるように構成されている。

【0093】このような第二実施例においては、鑄造にあたって前述した第一実施例と全く同様な手順で射出制御を行う（図9、図10、図11参照）。

【0094】このような第二実施例によれば、前述した第一実施例と略同様な効果が得られるうえ、サーボ弁30を制御するだけで射出を開始することができ、第一実施例に比べて、パイロット油圧操作を行うソレノイド弁55がないため、このソレノイド弁55の通電のための電気制御回路が不要になり、パイロット油圧回路153も簡単なものとすることができる。

【0095】次に、本発明の第三実施例を説明する。本実施例は、本発明の第五発明の方法を第六発明ないし第八発明の装置において適用した例であり、低速射出ストロークSLに関する処理手順が前述した第一実施例および

第二実施例と異なる。すなわち、低速射出ストロークSLは、図13に示すように、湯先90がゲート部91に達するときの射出スリーブ93の移動ストロークであるので、射出スリーブ93にラドル94等で溶湯95を定量（給湯重量WS、溶湯比重 γ ）給湯し、低速射出ストロークSLによりゲート部91にこの溶湯95が充填され、そのゲート部充填溶湯重量をWRとした場合には、次式が成立する。

$$SL = L \{ [1 - 4WS / (\pi D^2 L \gamma)] \} / \{ [8WS / (\pi D^2 L \gamma)] + 1 \} + [4WR / (\pi D^2 \gamma)] - C$$

ここで、Lは射出スリーブ全長、Dは射出スリーブ内径であり、Cは補正值であってサーボ弁30の作動遅れなどによる補正值で、実製造データから経験値として得られる数値であり、例えば1～3mm以内の数値である。

【0096】このような演算式を使用した第三実施例においては、以下のように処理を行う。まず、処理S1において、給湯重量WS、溶湯比重 γ 、射出スリーブ全長L、射出スリーブ内径D、ゲート部充填溶湯重量WR、補正值Cを入力手段61により制御手段60に入力設定する。次に、制御手段60により前述の式を使用して低速射出ストロークSLを演算算出する。その他の処理は、図9および図10に示す処理手順と同様である。

【0097】このような第三実施例によれば、前述した第一実施例および第二実施例のように、低速射出ストロークSLを入力手段61により制御手段60に入力設定する（処理S1）代わりに、低速射出ストロークSLを制御手段60により演算算出するようにしたので、自動化をより詳細に進めることができるうえ、的確な低速射出ストロークSLとすることができるため、精度のよい射出制御を行うことができる。

【0098】なお、本発明は前記各実施例に限定されるものではなく、例えば以下に示すような変形等も本発明に含まれるものである。すなわち、前記第三実施例では、低速射出ストロークSLは、制御手段60で演算式により演算算出するものとなっているが、湯先90がゲート部91に達したことを検知する湯先検知手段96をゲート部91に設け、これにより低速射出ストロークSLを得てもよい。また、この湯先検知手段96は、本願出願人により既に提案された検知手段（実公昭44-22330号公報参照）、あるいは公知の電極を使用した通電センサー等によい。

【0099】さらに、第一実施例のパイロット操作開閉手段52は、ロジック弁となっており、第二実施例のパイロット操作開閉手段152は、パイロット操作チェック弁となっているが、各実施例のパイロット操作開閉手段52、152は、これらの弁に限定されることはなく、要するに、必要なときに開放または閉塞することができ、アキュムレータ51の高圧油を射出シリンダ23のヘッド側に供給することができるものであればよい。

【0100】また、第一実施例では、検出管25とピストンロッド22の相対位置変化により生じる磁歪を超音波で検出することにより、ピストンロッド22の射出速度・射

出ストロークを検出するようになっているが、これに限定されるものではなく、他の手段、例えばピストンロッド22に磁気リニアスケール、あるいはロータリエンコーダ等を設けておくことにより射出速度・射出ストロークを検出するようにしてもよい。

【0101】さらに、前記各実施例では、押湯昇圧時間T1および実測押湯昇圧時間T1'は、昇圧開始から押圧力Fが入力設定した押湯力F1の90%に達する瞬間までの時間とされているが、この基準点は、90%という数値に限定されるものではない。

【0102】また、第一実施例では、充填完了時点射出圧力FS、押湯力F1は、ピストンロッド22の押圧力Fとなっているが、これらの充填完了時点射出圧力FS、押湯力F1に相当する状態は、ピストンロッド22の押圧力Fを射出スリーブ93の内径断面積 $\pi D^2/4$ で除して得られる射出スリーブ93の内の溶湯の圧力としてもよい。

【0103】

【発明の効果】以上に述べたように本発明によれば、サーボ弁を四方弁とし、この一つのサーボ弁を操作することにより全ての射出制御を行うので、従来例のように油圧回路および電気回路が二重化され、複雑になるという不都合を解消できるとともに、制御手段により超低速射出速度、低速射出速度のフィードバック制御はもとより、高速射出速度の負荷補償と、押湯力のフィードバック制御を行い、この押湯力を保圧時間が経過するまで設定値に保持するので、アキュムレータの圧力変化等に押湯力が影響されるという不都合が解消できるうえ、アキュムレータの圧力を手動で調整するという手間を省くことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第一実施例を示すダイカストマシンの構成図。

【図2】前記第一実施例の標準射出法による射出制御方法を示す説明図。

【図3】前記第一実施例の開弁速度曲線を示すグラフ。

【図4】前記第一実施例の高速射出速度に対応するサーボ弁の開度を示すグラフ。

【図5】前記第一実施例のブレーキ開始ストロークの次ショット補正の説明図。

【図6】前記第一実施例の押湯昇圧時間の次ショット補正の説明図。

【図7】前記第一実施例の押湯力設定の説明図。

【図8】前記第一実施例の差圧検出器の構成図。

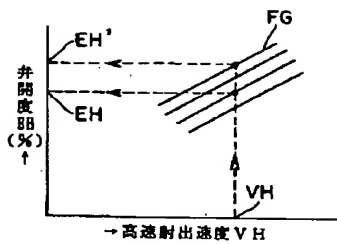
【図9】前記第一実施例の射出制御の処理手順を示すフローチャート。

【図10】前記第一実施例の射出制御の処理手順を示すフローチャート。

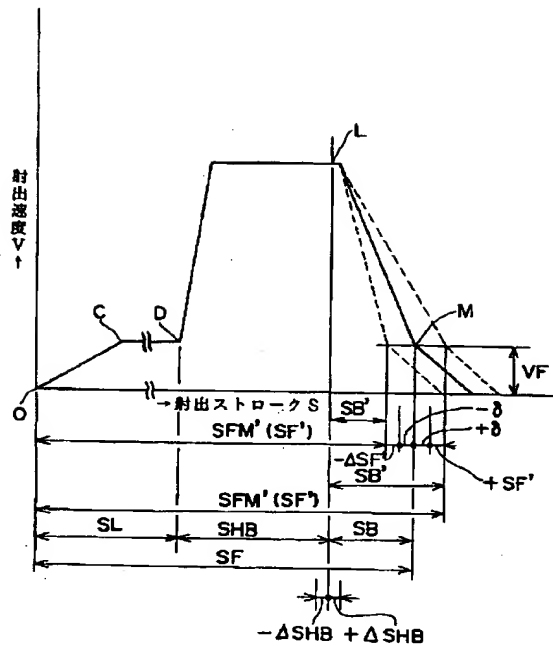
【図11】前記第一実施例の超低速射出法による射出制御方法を示す説明図。

【図12】本発明の第二実施例を示すダイカストマシン

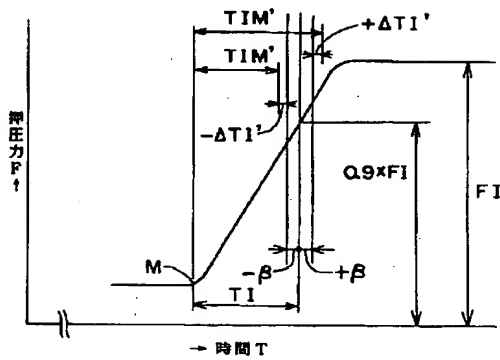
【図4】



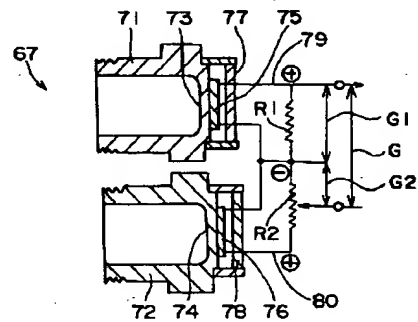
【図5】



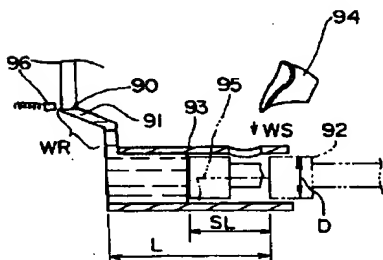
【図6】



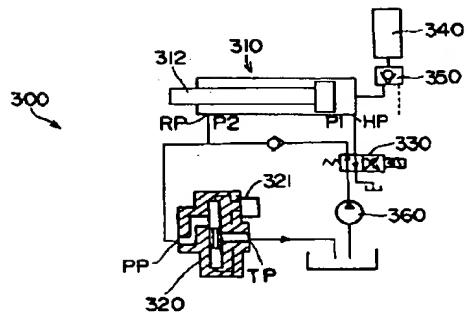
【図8】



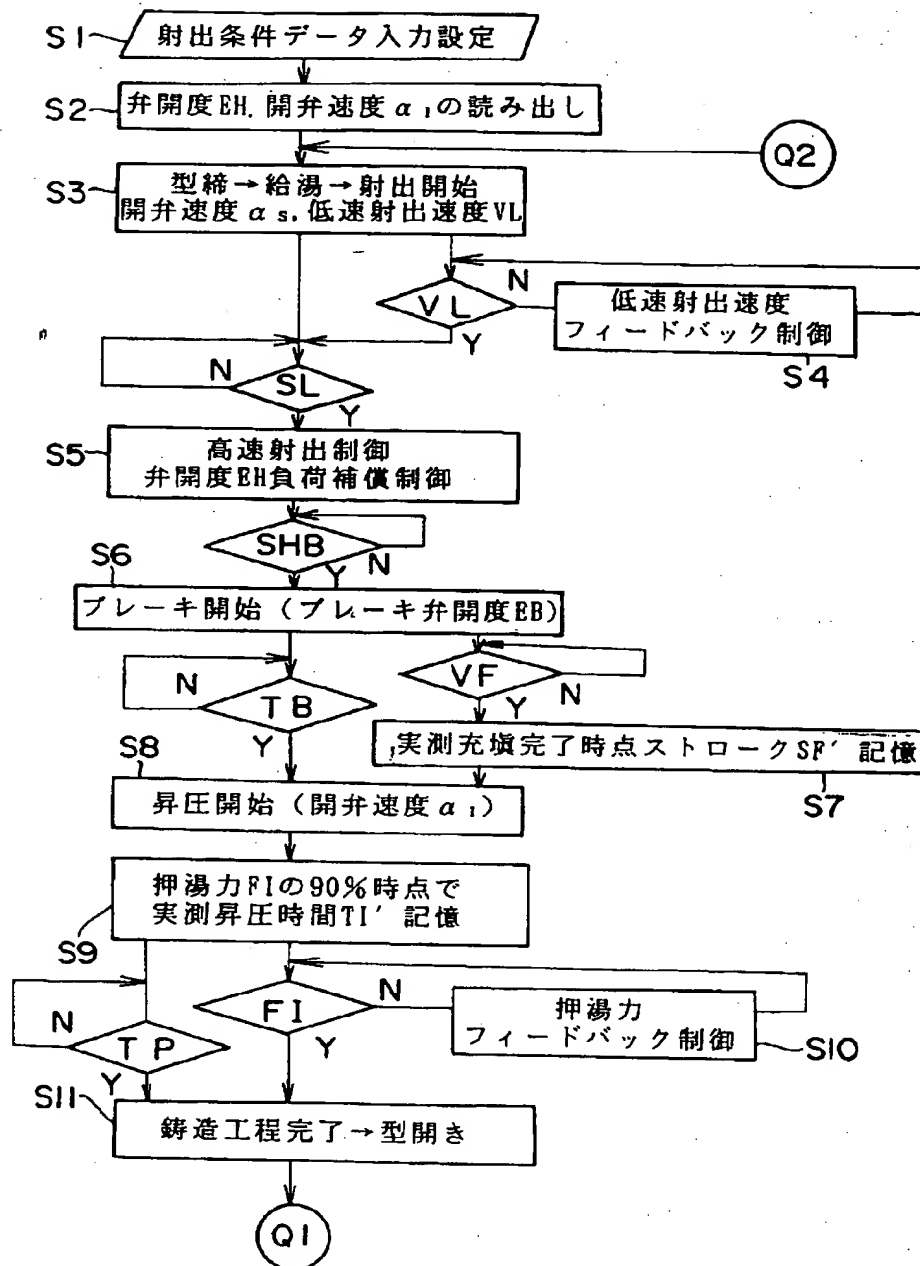
【図13】



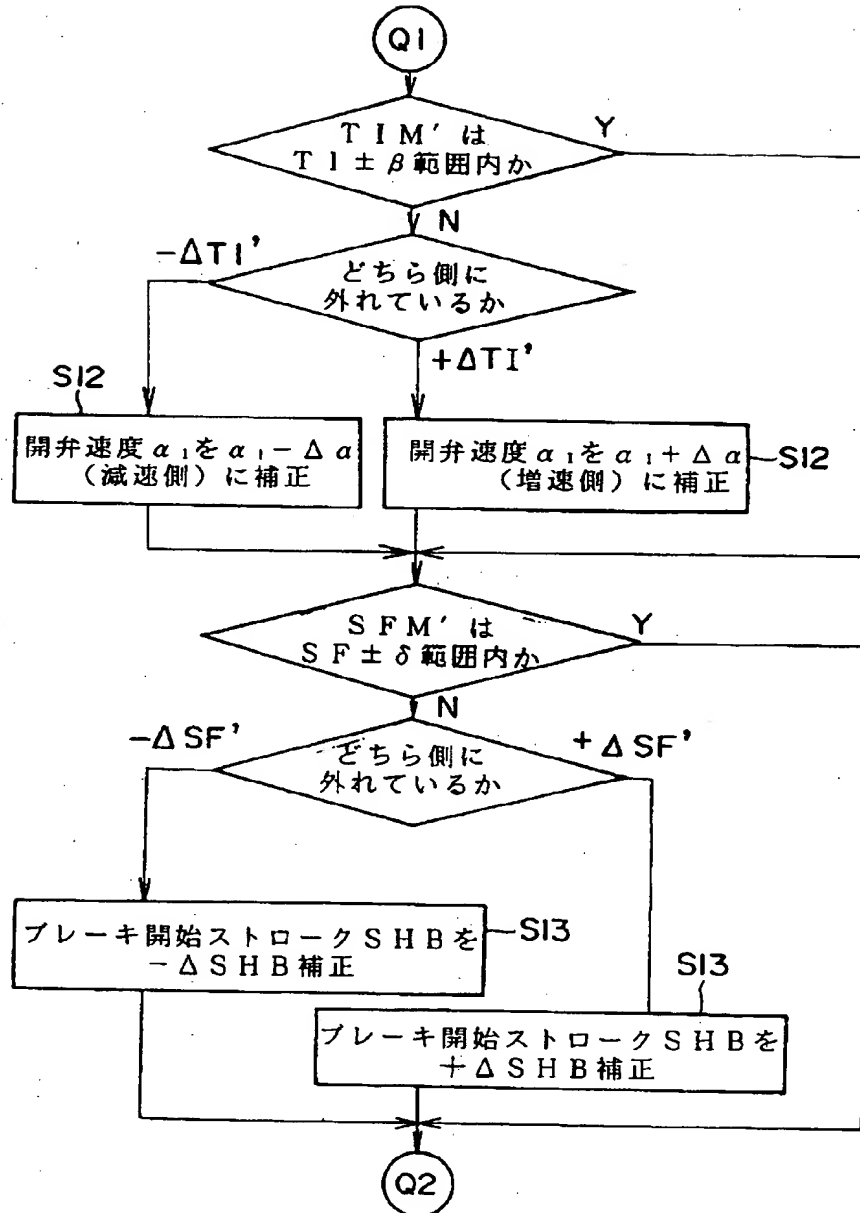
【図15】



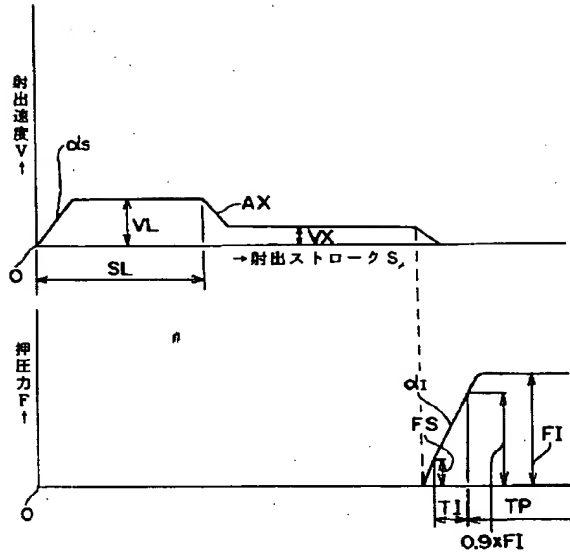
【図9】



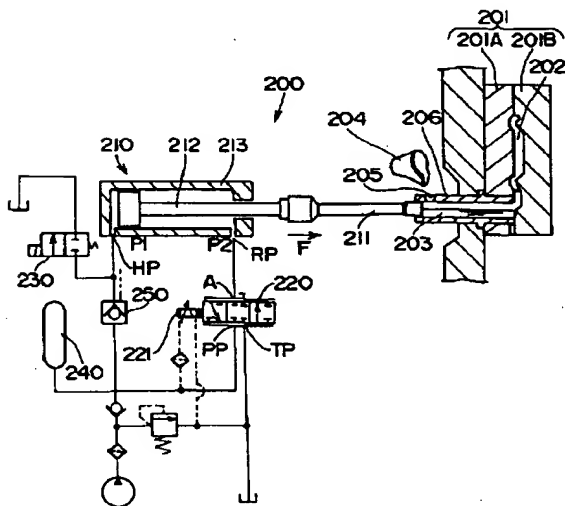
【図10】



【図11】



【図14】



【図12】

